

## OCENA PARAMETRÓW EKSPLOATACYJNO-EKONOMICZNYCH WYORYWACZA SZKÓŁKARSKIEGO SR 2

Krzysztof Słowiński

*Katedra Mechanizacji Prac Leśnych, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono metodę pomiaru parametrów eksploatacyjnych maszyn szkółkarskich z wykorzystaniem dwóch aparatów cyfrowych wyposażonych w kamery wideo oraz bezpośrednich pomiarów. W czasie analizy ilościowej odtwarzano film w zwolnionym tempie i mierzono długość trwania poszczególnych faz pracy agregatu. Praca zawiera wyniki pomiarów parametrów eksploatacyjnych wyorywacza szkółkarskiego SR 2 firmy Egedal. Korzystając z wyników badań przeprowadzono analizę kosztów wyorywania trzech gatunków leśnych – buka, jodły i świerka.

**Słowa kluczowe:** szkółkarstwo leśne, wyorywacz, koszty wyorywania

### Wstęp

Sadzonki drzew przeznaczone do prac odnowieniowych oraz zalesieniowych produkowane są w szkółkach leśnych. Przez ostatnie lata obserwowany jest spadek ilości szkółek z 1264 w 2000 r. poprzez 1061 w 2004 r. aż do liczby 862 w roku 2008. Obiekty o powierzchni powyżej 5 ha, na których prace mechaniczne mają większe uzasadnienie ekonomiczne, stanowiły 32,3% całkowitej liczby szkółek w 2008 roku. Powierzchnia całkowita szkółek, również zmniejszała się z 3382 ha w 2000 r., poprzez 3095 ha w 2004 r. do 2868 ha w roku 2008. Areal przypadający na obiekty szkółkarskie powyżej 5 ha wynosił w roku 2008 aż 2100 ha, co stanowiło 73,2% ogólnej ich powierzchni [Lasy Państwowe w liczbach 2008; Leśnictwo 2009].

Końcową fazę procesu produkcyjnego w szkółkach leśnych obejmują prace związane z pozyskaniem i przygotowaniem do transportu materiału sadzeniowego, np.: wyjmowanie, sortowanie, przechowywanie (dołowanie) i pakowanie sadzonek. Pora wyjmowania sadzonek jest uzależniona od pory sadzenia. Przy sadzeniu jesiennym materiał sadzonkowy wyjmuje się bezpośrednio przed przystąpieniem do prac zalesieniowych. Przy sadzeniu wiosennym wyjmowanie sadzonek następuje jak najwcześniej, po zaniku pokrywy śnieżnej, rozmarznięciu gleby i jej odsiáknieniu.

Czynnikiem najbardziej różnicującym gospodarstwa pod względem wyposażenia w środki mechanizacji jest powierzchnia gospodarstwa, która jest głównym wyróżnikiem skali produkcji [Muzalewski 2003]. Rodzaj wyposażenia oraz wykorzystanie środków mechanizacji produkcji ma znaczący wpływ na efektywność gospodarowania, gdyż koszty

związane z ich eksploatacją dochodzą nawet do 40% całkowitych kosztów produkcji [Kocira 2005].

Wyorywanie sadzonek w sposób zmechanizowany jest powszechnie znane i dostępne. Jednak nie wszystkie szkółki decydują się na zakup maszyny. Jedną z możliwych przyczyn jest zbyt mała skala produkcji sadzonek w gospodarstwie i wynikający z tego faktu nieuzasadniony ekonomicznie zakup maszyn.

Istnieje niewiele źródeł dotyczących badań wyorywaczy stosowanych w szkółkach leśnych oraz ich ekonomicznej przydatności na obiektach hodowlanych sadzonek [Źródłowski 1977, 1978, Murawski 2004, Słowiński i Walczyk 2007].

Celem badań było wyznaczenie parametrów eksploatacyjno-ekonomicznych wyorywacza. Określono: składowe czasu pracy wyorywacza, prędkość roboczą, wydajność, wskaźniki eksploatacyjne wydajności, koszt wyorania jednej sadzonki w zależności od wykorzystania rocznego wyorywacza dla trzech różnych okresów użytkowania pracy.

## Materiał i metodyka badań

Materiałem badawczym były sadzonki z trzy gatunków drzew: świerk pospolity (*Picea abies* (L.) H. Karst) 3/3, rosnący w trzech rzędach na grzędzie siewnej, buk zwyczajny (*Fagus sylvatica* L.) 3/0, uprawiany w trzech rzędach na grzędzie siewnej, jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) 3/0, rosnąca w czterech rzędach na grzędzie siewnej.

Obiektem badań był wyorywacz należący do szkółki leśnej w Jodłówce, położonej w województwie małopolskim, powiecie bocheńskim. Znajduje się ona na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Szkołka w Jodłówce należąca do Nadleśnictwa Brzesko zajmuje obszar 1136 arów, z czego 908 arów to powierzchnia produkcyjna. Jest ona jednym z większych obiektów produkujących leśny materiał sadzeniowy w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Wyorywacz zakupiono w 1998 roku z przeznaczeniem na użytek własny tej jednostki leśnej.

Wyorywacz jest wyposażony w stały lemiesz o długości 0,23 m, kącie ostrza 15°, kąt przyłożenia ostrza lemiesza wynosi 10°. Badana maszyna ma ruszt średni o rozstawie zębów 105 mm i długości 1000 mm. Ruszt otrzymuje napęd z WOM ciągnika o prędkości obrotowej 540 obr·min<sup>-1</sup>. Amplituda wychyleń rusztu wynosi 6° (amplituda wychyleń elementu rusztu najdalej oddalonego od osi obrotu wynosi 0,085 m), a częstotliwość drgań rusztu wynosi 6 Hz. Wyorywacz jest maszyną uniwersalną pod względem warunków pracy, do których jest przeznaczona. Wyorywacz współpracował z ciągnikiem firmy Ursus 4514. Prace obsługowe agregatu podczas badań były wykonywane przez doświadczonych pracowników, co pozytywnie wpływało na sprawność funkcjonowania wyorywacza.

Metoda badawcza polegała na sporządzeniu fotografii czasu roboczego agregatu ciągnik-maszyna za pomocą dwóch aparatów cyfrowych Sony DSC-H2 jednocześnie, wyposażonych w funkcję rejestrowania filmu (MPEG VX Fine, 640 x 480, 30 klatek·s<sup>-1</sup>). Długości odcinków pomiarowych zmierzono geodezyjną taśmą stalową z dokładnością 0,1 m oraz obliczono powierzchnię, z której wyorano sadzonki. Jako szerokość roboczą wyorywacza przyjęto szerokość lemiesza maszyny, która wynosiła 1,2 m. Z każdego odcinka pomiarowego zliczono wyorane sadzonki. Zarejestrowany materiał filmowy odtworzono przy mniejszej prędkości – w porównaniu do prędkości nagrania. Posługując się stoperem

z dokładnością 1 s i wykorzystując wyświetlacz licznika czasu w aparatach cyfrowych wyznaczono poszczególne fazy pracy agregatu. Zgodnie z normą BN-76/9195-01 [1976] wyznaczono składowe czasu pracy oraz obliczono wskaźniki pewności technologicznej K41 i wykorzystania czasu roboczego zmiany K04 [System Maszyn Rolniczych 1988].

Znając powierzchnię pola i bilans czasu pracy maszyny obliczono wydajność efektywną, operacyjną oraz w czasie roboczym zmiany. Wykorzystując zmierzoną długość pól z dokładnością 0,1 m oraz znany czas T1 pomierzony z dokładnością 1 s z badania bilansu czasu pracy obliczono średnią prędkość agregatu w czasie jednego przejazdu przez analizowane pole dzieląc długość pola przez sumę czasów T1 przejazdu agregatu ciągnik-maszyna przez to pole.

Do obliczenia kosztów eksploatacji skorzystano ze wzoru (Więsik 1998):

$$k_j = \frac{C_m}{W_r \cdot T_{lat}} \left[ 1 + k_n + 0,5 \left( 1 + \frac{C_o}{C_n} \right) (i_{kr} + i_{ub}) \right] + \frac{Z_p \cdot C_p (1 + k_{sm})}{W_{04}} + \frac{C_r (1 + \beta_p)}{W_{04}} + K \cdot k_g \quad (1)$$

gdzie:

- $C_m$  – cena maszyny [PLN], przyjęto  $C_m = 32\ 000$ ,
- $C_o$  – cena zbytu maszyny po okresie użytkowania [PLN],
- $C_o = 3\ 200$   $C_p$  – cena paliwa [ $\text{PLN} \cdot \text{dm}^{-3}$ ],  $C_p = 5,0$
- $C_r$  – płaca operatora [ $\text{PLN} \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $C_r = 10$ ,
- $i_{kr}$  – stopa oprocentowania kredytu bankowego na zakup maszyny,  $i_{kr} = 0,12$ ,
- $i_{ub}$  – stopa kosztów ubezpieczenia ciągnika (dla maszyny brak),  $i_{ub} = 0,02$ ,
- $k_n$  – wskaźnik kosztów naprawy maszyny do ceny jej zakupu,  $k_n = 1$ ,
- $k_{sm}$  – wskaźnik kosztów zużycia olejów i smarów do kosztów paliwa,  $k_{sm} = 0,3$ ,
- $T_{lat}$  – lata amortyzacji (użytkowania) maszyn,  $T_{lat} = 10$  lat,
- $W_r$  – wydajność roczna maszyny [ha],
- $Z_p$  – zużycie paliwa [ $\text{dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ],  $Z_p = 4,0 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ,
- $\beta_p$  – wskaźnik narzutów na płace operatora, np. ubezpieczenie,  $\beta_p = 0,49$ ,
- $K$  – kubatura pomieszczenia garażowego [ $\text{m}^3$ ],  $K = 8 \text{ m}^3$  (wyorywacz),  $K = 50 \text{ m}^3$  (ciągnik),
- $k_g$  – koszt eksploatacji garażów [ $\text{PLN} \cdot \text{m}^{-3}$ ]  $k_g = 23$ .

Koszty godzinowe obliczono z wzoru:

$$k_n = k_j \cdot W_{04} \quad [\text{PLN} \cdot \text{h}^{-1}], \quad (2)$$

gdzie:

- $k_j$  – koszty jednostkowe [ $\text{PLN} \cdot \text{ha}^{-1}$ ],
- $W_{04}$  – wydajność operacyjna [ $\text{ha} \cdot \text{h}^{-1}$ ].

Wykonano analizę statystyczną testem t studenta oraz testem U Manna-Whitneya dla prędkości roboczej, wydajności  $W_{04}$  i wskaźnika  $K_{04}$  w celu stwierdzenia czy występują statystycznie istotne różnice w wartościach podczas wyorywania badanych gatunków drzew.

## Wyniki badań i ich analiza

Łącznie wyorano 84 080 szt. sadzonek, w tym 11 870 szt. buka zwyczajnego, 49 700 szt. jodły pospolitej i 22 510 szt. świerka pospolitego (tab. 1). Wystąpiły trudności z zebraniem materiału badawczego ponieważ w tej szkółce leśnej jednorazowo wyorywano sadzonki jedynie z krótkich odcinków grzędy. Ograniczeniem były możliwości sprzedaży sadzonek. Nie wyorywano sadzonek „na zapas” ze względu na problemy związane z ich ewentualnym przechowywaniem do czasu odbioru przez klienta.

Na podstawie analizy statystycznej testem t studenta oraz testem U Manna-Whitneya stwierdzono, że dla prędkości roboczej nie występują statystycznie istotne różnice w wartościach podczas wyorywania badanych gatunków drzew. Dla wydajności  $W_{04}$  i wskaźnika  $K_{04}$  występują statystycznie istotne różnice w wartościach podczas wyorywania dla gatunku buka i jodły oraz buka i świerka. Brak jest statystycznie istotnych różnic w wartościach podczas wyorywania jodły i świerka.

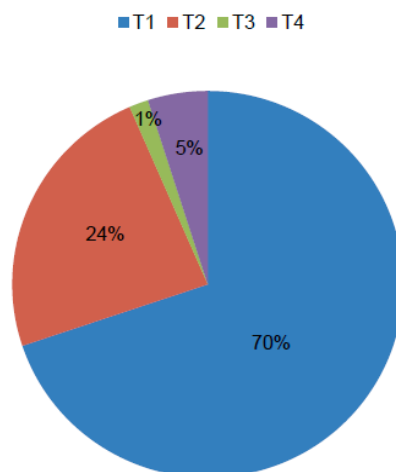
Tabela 1. Cechy badanych powierzchni

Table 1. Properties of the tested surface

Nr pola	Gatunek	Długość pola [m]			Powierzchnia [ha]		Liczba sadzonek [szt.]	
		wartość	średnia	współczynnik zmienności [%]	wartość	średnia	wartość	średnia
1	buk 1	122,3	118,7	26	0,012	0,012	2450	2374
2	buk 2	155,0			0,016		3100	
3	buk 3	80,0			0,008		1600	
4	buk 4	140,0			0,014		2800	
5	buk 5	96,0			0,010		1920	
6	jodła 1	20,5	31,2	42	0,002	0,003	4200	5522
7	jodła 2	27,0			0,003		4300	
8	jodła 3	32,0			0,003		6400	
9	jodła 4	25,0			0,003		5000	
10	jodła 5	41,0			0,004		8200	
11	jodła 6	13,0			0,001		2080	
12	jodła 7	57,0			0,006		9120	
13	jodła 8	39,0			0,004		6240	
14	jodła 9	26,0			0,003		4160	
15	świerk 1	18,5	40,2	50	0,002	0,004	1300	2814
16	świerk 2	32,0			0,003		2240	
17	świerk 3	28,5			0,003		1995	
18	świerk 4	56,0			0,006		3920	
19	świerk 5	12,0			0,001		840	
20	świerk 6	63,0			0,006		4410	
21	świerk 7	47,5			0,005		3325	
22	świerk 8	64,0			0,006		4480	

Źródło: obliczenia własne

Efektywny czas pracy wyorywacza wynosił przy wyorywaniu wszystkich trzech gatunków 2854 s, co stanowiło 70% roboczego czasu zmiany (rys. 1).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 1. Procentowy rozkład wykorzystania roboczego czasu zmiany podczas pracy wyorywaczem SR – 2: T<sub>1</sub> – efektywny czas pracy, T<sub>2</sub> – czas pomocniczy, T<sub>3</sub> – czas obsługi technicznej, T<sub>4</sub> – czas usuwania usterek

Fig. 1. Percentage distribution of the work time change use during ploughing with the SR-2 plough: T<sub>1</sub> – effective work time, T<sub>2</sub> – auxiliary time, T<sub>3</sub> – time of technical service, T<sub>4</sub> – time of removing faults

Czas pomocniczy – potrzebny do ustawienia się ciągnika w odpowiednim miejscu przed rozpoczęciem lub kontynuowaniem pracy, wynosił 965 s, co stanowiło 24% roboczego czasu zmiany. Najmniejszym udziałem, bo tylko 1% charakteryzuje się czas obsługi technicznej, wynoszący łącznie 65 s. Tak mała wartość może mieć związek z dobrą znajomością obsługi tej maszyny oraz dwunastoletnim doświadczeniem operatora ciągnika. Ciągnik zagregowany z maszyną wykonywał nawroty bezpętlowe lub nawroty z użyciem biegu wstecznego w kształcie grzyba. Średni czas nawrotów wynosił 68 s. Średni czas przejazdów jałowych w miejscu pracy wynosił 33 s, co wiązało się z ustawieniem przygotowawczym agregatu do pozyskiwania sadzonek.

Średnia prędkość wyorywania dla wszystkich powierzchni objętych badaniami wyniosła 1,49 km·h<sup>-1</sup>, przy odchyleniu standardowym 0,06 km·h<sup>-1</sup> (tab. 2). Wszystkie otrzymane wyniki są do siebie zbliżone i zawierają się w przedziale od najniższego 1,39 km·h<sup>-1</sup> do najwyższego 1,61 km·h<sup>-1</sup>. Średnie prędkości wyorywania dla buka, jodły i świerka wynosiły odpowiednio 1,54, 1,48 i 1,47 km·h<sup>-1</sup>. Odchylenia od tej wartości wynikają z występujących poślizgów kół napędowych ciągnika. Przyczyną jest tu również brak biegów pełzających w ciągniku, co wymuszało na operatorze jazdę na „półspręgle” w celu jak najskuteczniejszego wytrząsania ziemi z systemów korzeniowych sadzonek, co z kolei związane jest z zależnością szybkości drgań rusztu od prędkości obrotowej silnika.

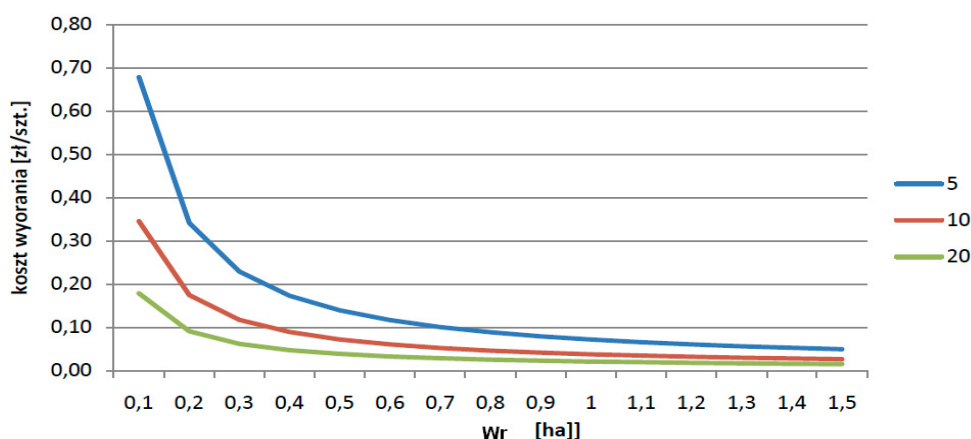
Tabela 2. Parametry eksploatacyjne wyorywacza SR 2 firmy Egedal  
 Table 2. Operating parameters of the Sr 2 Egedal plough

Nr pola	Gatunek	V	W <sub>1</sub>	W <sub>02</sub>	W <sub>04</sub>	K <sub>41</sub>	K <sub>04</sub>
		[km·h <sup>-1</sup> ]	[ha·h <sup>-1</sup> ]				
1	buk 1	1,56	0,16	0,14	0,13	0,91	0,81
2	buk 2	1,50	0,15	0,13	0,11	0,91	0,76
3	buk 3	1,61	0,16	0,13	0,13	1,00	0,78
4	buk 4	1,58	0,16	0,13	0,13	1,00	0,81
5	buk 5	1,45	0,15	0,12	0,11	1,00	0,79
Średnia	buk	1,54	0,16	0,13	0,12	0,96	0,79
Odchylenie standardowe	buk	0,06	0,005	0,007	0,011	0,049	0,021
6	jodła 1	1,51	0,15	0,11	0,10	1,00	0,69
7	jodła 2	1,50	0,15	0,12	0,12	1,00	0,78
8	jodła 3	1,39	0,14	0,09	0,09	1,00	0,62
9	jodła 4	1,55	0,16	0,12	0,12	1,00	0,76
10	jodła 5	1,39	0,14	0,08	0,08	1,00	0,57
11	jodła 6	1,46	0,15	0,06	0,06	1,00	0,42
12	jodła 7	1,49	0,15	0,12	0,10	0,76	0,65
13	jodła 8	1,54	0,15	0,10	0,10	1,00	0,64
14	jodła 9	1,49	0,15	0,07	0,07	1,00	0,48
Średnia	jodła	1,48	0,15	0,10	0,09	0,97	0,62
Odchylenie standardowe	jodła	0,06	0,006	0,023	0,021	0,080	0,119
15	świerk 1	1,45	0,14	0,11	0,11	1,00	0,73
16	świerk 2	1,46	0,15	0,11	0,07	0,60	0,48
17	świerk 3	1,51	0,15	0,10	0,10	1,00	0,64
18	świerk 4	1,52	0,15	0,11	0,11	1,00	0,71
19	świerk 5	1,39	0,14	0,04	0,04	1,00	0,29
20	świerk 6	1,50	0,15	0,14	0,13	1,00	0,89
21	świerk 7	1,51	0,15	0,12	0,09	0,73	0,59
22	świerk 8	1,46	0,15	0,11	0,10	1,00	0,71
Średnia	świerk	1,48	0,15	0,11	0,09	0,92	0,63
Odchylenie standardowe	świerk	0,04	0,005	0,029	0,028	0,159	0,181
Średnia		1,49	0,15	0,11	0,10	0,95	0,66
Odchylenie standardowe		0,06	0,01	0,02	0,02	0,11	0,15

Źródło: obliczenia własne

Przy małej intensywności wykorzystywania wyorywacza (1,5 ha·rok<sup>-1</sup>) w analizowanej szkółce, zagregowanego z ciągnikiem o wykorzystaniu rocznym 1300 h·rok<sup>-1</sup>, jego koszty eksploatacji wynoszą od 9989 PLN·ha<sup>-1</sup> przy pięcioletnim, poprzez 5427 PLN·ha<sup>-1</sup> przy dziesięcioletnim do 3146 PLN·ha<sup>-1</sup>, przy dwudziestoletnim okresie użytkowania. W tych okresach użytkowania koszty godzinowe pracy badaną maszyną wynoszą odpowiednio 1098 PLN, 596 PLN i 346 PLN. Uwzględniając wydajność wyorywacza wyznaczono koszty jednostkowe wyorywania pojedynczej sadzonki z powierzchni 1,5 ha, które w od-

niesieniu do buka zwyczajnego wynosiły  $0,05 \text{ PLN} \cdot \text{szt}^{-1}$ ,  $0,03 \text{ PLN} \cdot \text{szt}^{-1}$  i  $0,02 \text{ PLN} \cdot \text{szt}^{-1}$ , odpowiednio przy 5-, 10- i 20-letnim okresie użytkowania maszyny. Koszty te będą znacznie większe, jeśli powierzchnia szkółki leśnej będzie mniejsza (rys. 2).



Źródło: obliczenia własne

Rys. 2. Koszt jednostkowe wyorania pojedynczej sadzonki buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) wyorywaczem SR 2 w zależności od powierzchni plantacji dla okresu użytkowania maszyny: 5 lat, 10 lat, 20 lat

Fig. 2. Unit costs of ploughing of a common beech single seedling (*Fagus sylvatica* L.) using the SR 2 plough depending on the plantation area for the following periods of the machine use: 5, 10 and 20 years

Koszty maszynowego wyciągnięcia sadzonki jodły pospolitej i świerka pospolitego z gleby wynosiły poniżej jednego grosza dla wszystkich trzech okresów eksploatacji wyorywacza. Średnia wydajność agregatu ciągnik – wyorywacz w roboczym czasie zmiany wyniosła  $0,1 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ . Najwyższą wartość odnotowano dla buka zwyczajnego, którego średnia wyniosła dla tego gatunku  $0,12 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ . Natomiast niższe wydajności w roboczym czasie zmiany uzyskano podczas wyorywania świerka pospolitego i jodły pospolitej, dla których średnie wartości wyniosły po  $0,09 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$ .

Współczynnik pewności technologicznej zawierał się w przedziale od 0,6 do 1,0, a jego średnia osiągnęła wartość 0,95 przy odchyleniu standardowym 0,11. Wartość średnia współczynnika wykorzystania roboczego czasu zmiany osiągnęła wartość 0,66 a odchylenie standardowe wyniosło 0,15.

## Wnioski

1. Prędkości wyorywania sadzonek dla wszystkich gatunków drzew były zbliżone i średnio wynosiły  $1,5 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , przy niewielkim odchyleniu standardowym  $0,06 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  i braku

statystycznej różnicy między prędkościami dla poszczególnych gatunków drzew (świerk pospolity, buk zwyczajny, jodła pospolita).

2. Koszty maszynowego wyorywania sadzonek analizowanych gatunków drzew przy wykorzystaniu rocznym wyorywacza 1,5 ha-rok<sup>-1</sup> i dla okresu użytkowania wyorywacza 10 lat jest mniejszy od 0,03 PLN·szt<sup>-1</sup>.

## Bibliografia

- Kocira S.** 2005. Wykorzystanie maszyn rolniczych w gospodarstwach o różnej wielkości ekonomicznej. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 3. s. 15-22.
- Murawski P.** 2004. Mechanika napędu rusztu wyorywacza aktywnego – model jego obciążenia. Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna. Nr 4. s. 23-26.
- Muzalewski A.** 2003. Koszty eksploatacji maszyn. Nr 18. IBMER Warszawa
- Słowiński K., Walczyk J.** 2007. Eksploatacyjno-ekonomiczne badania szkółkarskiego wyorywacza sadzonek dużych. Rozdział w monografii „Użytkowanie maszyn rolniczych i leśnych”. Prace Komisji Nauk Rolniczych, leśnych i Weterynaryjnych. PAU. Kraków. ISSN 1733-5183. s. 139-147.
- Więsik J.** 1998. Czynniki decydujące o wyborze maszyn do pozyskiwania drewna w Polsce. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej. Nr 6. s. 6-9.
- Źródłowski Z.** 1977. Metoda pomiaru momentu obrotowego Pobieranego przez robocze organa maszyn aktywnych stosowana w eksploatacyjnych badaniach wibracyjnego wyorywacza Egedal. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Nr 122. s. 235-246.
- Źródłowski Z.** 1978. Metoda wyznaczania jednostkowych oporów odkształcenia objętościowego gleby i sadzonek w procesie wyorywania przy pomocy maszyn. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie. Nr 144. s. 107-116.
- BN-76/9195-01: 1976. Maszyny rolnicze. Podział czasu pracy.
- Leśnictwo 2009. Główny Urząd Statystyczny. Informacje i opracowania statystyczne. Zakład Wydawnictw Statystycznych. Warszawa. ISSN 1230-574X.
- Lasy Państwowe w liczbach [online]. 2008. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. [dostęp 10.07.2011]. Dostępny w Internecie:  
[http://www.lasy.gov.pl/dokumenty/materialy\\_promocyjne/lasy-panstwowe-w-liczbach-2008.pdf](http://www.lasy.gov.pl/dokumenty/materialy_promocyjne/lasy-panstwowe-w-liczbach-2008.pdf)
- System Maszyn Rolniczych. 1988. IBMER Warszawa.



## **ASSESSMENT OF OPERATING AND ECONOMICAL PARAMETERS OF THE SR 2 PLOUGH FOR NURSERY USES**

**Abstract.** A method of measuring operating parameters of nursery machines with the use of two digital cameras equipped with video cameras and indirect measures was presented in the study. During the quantitative analysis the film was recorded in a slow motion and the length of particular stages of an aggregate work were measured. The study includes the results of measures of the SR 2 plough operating parameters used in a nursery, the producer of which is Egedal. Using the research results, the analysis of ploughing costs of three forest cultivars - beech, fir and spruce was carried out.

**Key words:** forest nursery, plough, ploughing costs

**Adres do korespondencji:**

Krzysztof Słowiński; rslowin@cyf-kr.edu.pl  
Katedra Mechanizacji Prac Leśnych  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
al. 29 Listopada 46  
31-425 Kraków